

خشکی و گیاه

دکتر عوض کرچی^۱ و مهندس پرویز رضوانی مقدم^۲

کلمه خشک، arid از ریشه areere نمایانگر کمبود بارندگی است. خشکی زمانی حادث می‌شود که ترکیبی از عوامل محیطی و فیزیکی باعث تنش در داخل گیاه شده و در نتیجه تولید آن را کاهش دهد. این کاهش در نتیجه تأخیر و یا عدم استقرار گیاه، تضعیف و یا از بین رفتن گیاهان استقرار یافته، مستعد شدن گیاه نسبت به حمله آفات و بیماریها، تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در سوخت و ساز گیاهان، تغییرات در کیفیت محصول بوجود می‌آید. خشکی یک رویداد اقلیمی و محیطی است که بصورت گسترده‌ای تعریف شده است و بطور عام عبارتست از عدم وجود بارندگی برای یک دوره معین بنحوی که این دوره به اندازه‌ای طولانی باشد که باعث تخلیه رطوبت خاک شده و به گیاه خسارت وارد سازد. طول مدت زمان بدون بارندگی که بتواند برای گیاه لطمه‌آور باشد بستگی به نوع گیاه، خصوصیات مربوط به نگهداری آب، خاک و شرایط محیطی دارد. خشکی ممکن است همانند آنچه در مناطق کویری است دائمی و یا همانند مناطقی که دارای فصل مشخص مرطوب و خشک هستند بصورت فصلی و یا مانند بسیاری از مناطق بصورت غیر قابل پیش بینی باشد.

اثرات ناشی از خشکی در گیاه را تنش خشکی گویند. کلمه تنش (Stress) در علوم مهندسی و فیزیک به مقدار نیروی وارده بر واحد سطح گفته می‌شود. در زیست‌شناسی معمولاً بصورت گسترده‌تری تعریف شده و به‌عنوان هر عاملی که در اعمال طبیعی یک موجود دخالت نماید بیان شده است. البته باید توجه داشت که گرچه تنش آب همیشه همراه با خشکی است ولی ممکن است در غیاب خشکی نیز حادث شود و آن در حالتی است که تعرق زیاد باشد یا جذب آب بعلت درجه حرارت کم خاک یا وجود نمک زیاد و محلول خاک، تهویه ناکافی یا خسارت وارده به ریشه متوقف شود.

۱ - عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه مشهد.

۲ - دانشجوی فوق لیسانس دانشکده کشاورزی مشهد.

جدول ۱ - حساسیت مزارع پندما یا پاراسرهای گیاهی نسبت به تنش کمبود آب

ملاحظات	۲۰-	۱۵-	۱۰-	۵-	مزارع یا پارامتر
بافت سریع الرشد					کاهش رشد سلول
"					کاهش دیواره سازی سلول
برگهای انبوه شده					کاهش پروتئین سازی
۰۰۰۰					کاهش کلروفیل سازی
۰۰۰۰					کاهش سطح ترسیم سبزیات روکنار
۰۰۰۰					ساختن ABA
پیسته به گویا است					پیسته شدن روزنه ها
"					کاهش تثبیت
۰۰۰۰					کاهش تنفس
۰۰۰۰					کاهش انتقال در آرند جومی
۰۰۰۰					تجمع پروتئین
۰۰۰۰					تجمع قند

خطوط شطیج دامنه (P_w) عاملی که در ابتدا تحت تأثیر قرار می گیرد را نشان می دهد.

اثرات ناشی از تنش خشکی بر گیاه :

بسته به مقدار کمبود آب درونی گیاه و مدت زمان آن می توان فرق بین پژمردگی ابتدائی، موقتی و دائمی را تشخیص داد. کاهش جزئی آماس سلولی که منجر به پژمردگی ابتدائی می شود تقریباً " همه روزه در هوای گرم و خشک حتی در شرایطی که خاک مرطوب است روی می دهد. در این حالت علائم پژمردگی قابل رویت بوجود نمی آید. تقلیل بیشتر آماس سلولی منجر به آویزان شدن برگها می شود. این پدیده که بعداً در تمام گیاه انتشار می یابد موجب کاهش رشد می شود. اگر پس از تأمین رطوبت، گیاه آماس خود را بازیابد آنرا پژمردگی موقت می نامند در غیر این صورت پژمردگی دائمی خواهد بود و گیاه حتی در هوای اشباع از رطوبت نیز قادر به باز یافتن آماس خود نیست.

تنش خشکی بر کلیه جنبه های رشد و نمو گیاه به میزان مساوی اثر نمی گذارد. بعضی فرآیندها نسبت به افزایش تنش رطوبت خیلی حساس بوده در حالی که سایر فرآیندها کمتر تحت تأثیر تنش آب قرار می گیرند. در جدول زیر حساسیت فرآیندها یا پارامترهای گیاهی نسبت به تنش خشکی آورده شده است.

بهر حال عملکرد نهائی گیاه ماحصل نتایج اثرات تنش بر رشد، فتوسنتز، تنفس، فرآیندهای متابولیکی، رشدزایی و غیره می باشد. اثرات تنش خشکی بر هر یک از عوامل فوق به شرح زیر است:

۱- آماس گیاه: تنش آب باعث تقلیل آماس سلولی شده و در نتیجه حجم سلول کم و رشد رویشی گیاه کاهش می یابد.

۲- فتوسنتز: فتوسنتز به سه گروه فرآیند اصلی ارتباط دارد که همه آنها تحت تأثیر تنش رطوبت قرار می گیرند:

الف - به تأمین CO_2 به نقاط فتوسنتز کننده

ب - فرآیند فتوشیمیائی که در ارتباط با بهره برداری از نور و انرژی می باشد.

ج - فرآیند شیمیائی تاریکی که در ارتباط با احیاء شیمیائی CO_2 می باشد.

با افزایش تنش رطوبت مقدار فتوسنتز تا حد نقطه حیرانی کاهش پیدا می نماید. تنش رطوبت از طریق تأثیر بر فرآیندهای مختلف بیوشیمیائی که در فتوسنتز دخالت دارند بطور مستقیم بر آن موثر واقع می شود و از طریق کاهش جذب CO_2 که بعلمت بسته شدن روزنه یا در اثر تنش پیش می آید بطور غیر مستقیم بر آن موثر است. حمل و نقل مواد ساخته شده نیز می تواند تحت تأثیر تنش رطوبت واقع شود و اشباع شدن برگها از این مواد ممکن است فتوسنتز را

محدود نماید .

۳ - تنفس : واکنش تنفس به کاهش آماس برعکس آنچه در مورد فتوسنتز حادث می شود می باشد . شدت تنفس در ابتدا افزایش می یابد ولی با شدت یافتن کمبود رطوبت مقدار آن کاهش می یابد .

۴ - تغییرات آناتومیکی : تنش رطوبت باعث کاهش اندازه سلولها و فضای داخلی آنها ، ضخیم شدن جدار سلولها و توسعه بیشتر بافتهای مکانیکی می شود .

۵ - واکنشهای متابولیکی : تقریباً " کلیه واکنشهای متابولیکی تحت تأثیر کمبود آب واقع می شود . کمبود شدید رطوبت معمولاً باعث کاهش فعالیت آنزیمی می گردد . البته این اثرات انتخابی می باشند و با کاهش آب در سیتوپلاسم فعالیت بعضی از آنزیمها که در سنتز دخالت دارند قبل از فعالیت سایر آنزیمها کاهش می یابد درحالیکه مقدار بعضی دیگر در اثر کمبود آب افزایش می یابد . مقدار آنزیمهایی که در هیدرولیز یا تجزیه دخالت دارند معمولاً ثابت مانده یا افزایش می یابد . واکنشهای هیدرولیتیکی افزایش می یابد . نشاسته به قندها تبدیل می گردد و پروتئینها به اسیدهای آمینه تبدیل می شوند . کمبود آب سیستم اسیدهای آمینه را بعلت افزایش فعالیت آنزیم تجزیه کننده RNA معیوب می سازد و RNA سریعتر از آنچه ساخته می شود تجزیه می سازد . تجمع مقدار قابل ملاحظه ای اسیدهای آمینه بخصوص پرولین با تنش رطوبت همراه است . تبدیل نشاسته به قندها و تجمع آنها باعث افزایش فشار اسمزی می گردد و این عمل باعث تقلیل فراوانی سلول گیاهی شده بطوریکه مقاومت داخلی سلول در برابر عبور آب افزایش می یابد و بدین وسیله تلفات آب را کاهش می دهد .

تنش آب اثر زیادی بر توزیع هورمونها بویژه بر مقدار هورمونهای سیتوکینین و اسید-آبسیک (ABA) دارد . در اثر کمبود آب فعالیت سیتوکینین کاهش یافته در صورتیکه ABA افزایش می یابد . پیری جوانهها در گیاهانی که تحت تنش قرار دارند ممکنست در اثر کاهش تأمین سیتوکینین از ریشه باشد . اسیدآبسیک در تنظیم واکنشهای فیزیولوژیکی گیاهان تحت تنش دخالت دارد . تجمع ABA موجب بسته شدن روزنهها شده و در نتیجه جذب CO_2 نیز کاهش می یابد . در شرایطی که تجمع ABA زیاد باشد برگها و میوههای مسن می ریزند . در همه گیاهان مقدار ABA در اثر تنش رطوبت زیاد نمی شود . سیتوکینین و اتیلن غالباً می تواند اثر ABA را خنثی نمایند .

۶ - رشد زایشی : دوره رشد زایشی را می توان به سه مرحله تقسیم نمود :

الف - گلدهی که از شروع گلها تا مرحله تشکیل میوه می باشد . رژیم رطوبتی در این

مرحله عمدتا " تعیین کننده مقدار میوه تولید شده خواهد بود .

ب - دوره بزرگ شدن میوه که در آن مقدار قابل ملاحظه‌ای مواد غذایی به میوه‌ها حمل می‌گردد . وزن هر کدام از میوه‌ها به تنهایی در این دوره عمدتا " تحت تأثیر تأمین رطوبت خواهد بود . تنش رطوبت در طول این دوره منجر به دانه‌های کوچک یا چروکیده می‌شود .

ج - مرحله رسیدن میوه که در آن دانه‌ها خشک شده و بعضی فرآیندهای بیوشیمیایی انجام می‌شود . رژیم رطوبتی در این مرحله اثر تأخیری بر اجزاء محصول خواهد داشت ولی ممکن است بر طول دوره رسیدن مؤثر واقع شود . برای بسیاری از گیاهان تنش رطوبت در دوره گلدهی بحرانی است . بطور کلی کلیه مراحل رشد تحت تأثیر تنش رطوبت قرار می‌گیرد ولی حساسترین مرحله در طول دوره گلدهی است .

سازگاری گیاهان نسبت به خشکی :

اصولا " گیاه از دو طریق می‌تواند نسبت به خشکی سازگاری حاصل نماید :

۱ - فرار از خشکی ۲ - مقاومت به خشکی

فرار از خشکی : ساده‌ترین راه سازگاری گیاه به شرایط خشک فرار از خشکی است . بسیاری از گیاهان کویری موسوم به گیاهان ناپایدار در ابتدای فصل رشد جوانه می‌زنند . این گیاهان دارای دوره رشد بسیار کوتاه می‌باشند که محدود به دوره زندگی است بین جوانه‌زدن و رسیدن آنها ۵ تا ۶ هفته ممکن است کافی باشد . این گیاهان هیچگونه مکانیسمی برای غلبه بر تنش رطوبت ندارند و بنابراین مقاوم به خشکی نیستند . وجود مواد بازدارنده جوانه زدن در بذور این گیاهان بصورت یک دستگاه " باران سنج داخلی " عمل می‌نماید . بدین ترتیب که فقط پس از اینکه باران به اندازه کافی جهت برطرف کردن ماده بازدارنده رشد از روی بذر باید بگذرد آنها شروع به جوانه زدن می‌کنند .

مقاومت به خشکی : گیاهانی که نمی‌توانند از دوره‌های خشکی فرار کنند می‌توانند اصولا

از دو راه به این شرایط سازگار شوند :

A - اجتناب از تنش B - تحمل تنش

A - اجتناب از تنش : اجتناب از تنش عبارت از توانایی حفظ تعادل مطلوبی از رطوبت و آماس حتی در شرایط خشکی می‌باشد که بدینوسیله گیاه از تنش و بی‌آمدهای آن اجتناب می‌ورزد . اجتناب از تنش عمدتا " در اثر خصوصیات مورفولوژیکی - آناتومیکی گیاه بوده که خود ناشی از فرآیندهای فیزیولوژیکی حاصل از خشکی است . توازن مطلوبی از آب در شرایط تنش را

می‌توان از دوراه زیر حاصل نمود:

- ۱ - ذخیره نمودن آب در اثر محدود کردن تبخیر و تعرق قبل یا بلافاصله پس از شروع تنفس (با اصطلاح گیاهان پس انداز شده آب)
- ۲ - تسریع در عمل جذب آب بسحوی که بتوانند جایگزین آب تلف شده بشود (گیاهان خرج شده آب).

مکانیسمهای ذخیره آب عبارتند از:

- الف - مکانیسمهای روزنه‌ای: روزنه‌ها در گونه‌های گیاهی از نظر چگونگی اعمال و همچنین دامنه عمل آنها از بسته بودن مستمر تا باز بودن دائم بسیار متفاوتند و گیاهان برای مقابله با کاهش تعرق روزنه‌های خود را می‌بندند. البته مکانیسم ذخیره آب که بر اساس بسته شدن روزنه‌ها باشد بطور اجتناب ناپذیری منجر به کاهش فتوسنتز می‌شود.
- ب - افزایش بازده فتوسنتزی: یکی از طرق برطرف کردن محدودیت فتوسنتز که در اثر بسته شدن روزنه با عنوان وسیله‌ای جهت افزایش مقاومت در برابر تلفات آب از طریق تعرق می‌باشد افزایش میزان اسمیلاسیون CO_2 برای هر مورد معین که روزنه‌ها باز می‌شوند می‌باشد. مقداری از گیاهان مهم زراعی (ذرت، نیسکر، سورگم و ارزن) و نیز بعضی از گیاهان طبیعی که به گیاهان چهار کربنه (C_4) معروفند قسمت اعظم CO_2 جذب شده را به یک اسید ۴ کربنی بنام اسید مالیک یا اسپارتیک تبدیل می‌کند. این گیاهان دارای آنزیم اولیه کربوکسیل‌کننده‌ای هستند که فعالیت بالقوه و میل ترکیب آن با CO_2 زیاد بوده و در حضور چنین آنزیمی، علیرغم محدودیت نسبی باز شدن روزنه‌ها و غلظت داخلی کم CO_2 شدت تثبیت CO_2 در حد بالایی حفظ می‌شود. گونه‌هایی که از چرخه C_4 استفاده می‌کنند در هر مورد باز شدن روزنه‌ها CO_2 را به سرعت تثبیت می‌نمایند. بهمین دلیل گیاهان C_4 در مقایسه با گیاهان C_3 دارای رشد بالقوه و راندمان استفاده از آب بیشتری در شرایط خشک می‌باشد. برخی گیاهان گوشتی که به گیاهان CAM معروفند نیز بعلاوه سدود نگاه داشتن روزنه‌های خود در قسمت اعظم روز و جذب CO_2 در شب نسبت به شرایط خشک سازگار شده‌اند. این گیاهان در شب CO_2 زیادی را جذب نموده و آنرا بصورت اسیدهای آلی در آورده و در طول روز این اسیدها به هیدراتهای کربن تبدیل می‌کند.

ج - کمی تعرق کوتیکولی

د - کاهش تعرق از طریق رسوب چربیها در سطح برگ

ه - کاهش سطح برگ

- و - تغییر خصوصیات مورفولوژیکی برگ
- ز - وفور و محل روزه‌ها
- ح - وجوریشک
- ۲ - تسریع در عمل جذب آب
- الف - سیستمهای ریشه‌ای موثر: گیاهان عمدتاً "از طریق توسعه سیستم گسترده‌ای از ریشه به شرائط خشک سازگار می‌شوند نه از طریق تغییرات ساختمان ریشه.
- ب - نسبت زیاد ریشه به تاج
- ج - اختلاف پتانسیل اسمزی

د - تبدیل شدن گیاهان خرج کننده آب به پس انداز کننده آب

B - تحمل تنش: هنگامی که گیاه عملاً "در معرض کم آبی قرار می‌گیرد می‌تواند یا از طریق تخفیف تنش یا از طریق تحمل زیاد به آن خشکی را تحمل نماید.

تخفیف تنش: سازگاری به خشکی که بر اساس تخفیف اثرات تنش استوار باشد به گیاه این امکان را می‌دهد که علیرغم شرائط خشکی بتواند رطوبت داخلی خود را در حد بالا نگه دارد و آماس سلولی و نمو خود را حفظ نماید. فشار اسمزی داخلی زیاد که در اثر تجمع مواد قابل حل مثل قندها حاصل می‌شود می‌تواند یکی از راههای تخفیف تنش باشد. علاوه بر آن ممکن است با ضخیم شدن جدار سلول گیاه از پژمردگی یا اضمحلال سلول جلوگیری شود.

تحمل زیاد به تنش: قابلیت ویژه سلولهای محافظ روزه از نظر نگهداری تورژانس سلول حتی زمانی که یاخته‌های برگ پژمرده هستند که خود می‌تواند ناشی از افزایش املاح در این سلولها باشد مکانیسم تحمل زیاد به تنش را در گیاه بوجود می‌آورد. اجتناب از تلفات پروتئین نیز یکی دیگر از راههای تحمل زیاد به تنش است. تجزیه پروتئین ممکن است منجر به تجمع موادی گردد که برای گیاه سمی باشد و از اینرو مکانیسمی جهت کاهش این سمیت تحمل گیاه را نسبت به تلفات پروتئین افزایش می‌دهد. این موضوع احتمالاً "توجهی برای تجمع پروتئین می‌باشد که بنظر می‌رسد با تحمل خشکی همبستگی داشته باشد.

مقاوم شدن به خشکی:

گیاهانی که در معرض خشکی جزئی قرار گرفته باشند پس از تأمین مجدد آب برای آنها مقاومت بیشتری به تنشهای خشکی آتی پیدا می‌نمایند. این موضوع بخصوص در مراحل اولیه رشد گیاه بیشتر صادق است. با قرار دادن گیاهان برای مدت چندروز در معرض خشکی متعادل

در درجه حرارت‌های پایین و با مصرف مواد بازدارنده رشد بر روی آنها می‌توان مقاومت به خشکی در آنها را افزایش داد. گیاهانی که رشد مجدد خود را پس از یک دوره خشکی از سر گرفته‌اند معمولاً کمتر تحت تأثیر تنش مجدد قرار می‌گیرند. اگر گیاهانی که بدین طریق مقاوم شده‌اند در معرض خشکی قرار گیرند پروتوپلاسم آنها ویسکوزیته کمتر و قدرت نفوذ آب بیشتری در مقایسه با گیاهان مشابه معمولی خواهند داشت. بنابراین پروتوپلاسم سازگار یافته سرعت پروتوپلاسم معمولی سخت و شکننده نمی‌شود و بهتر می‌تواند آب را در مقابل عوامل خشک شده در خود نگه دارد. در گیاهان مقاوم شده شدت فتوسنتز بیشتر شده، تنفس کمتر می‌گردد و نسبت ریشه به تاج بیشتر می‌شود.

منابع مورد استفاده

- ۱- سرمدنیا، غ و ع، کوچکی، ۱۳۶۶. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۲- کوچکی، ع و ا، علیزاده. ۱۳۶۵. اصول زراعت در مناطق خشک، جلد اول و دوم. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۳- راشد، محصل، م و ع، کوچکی، ۱۳۶۵. اصول و عملیات دیمکاری. جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۴- سرمدنیا، غ و ع، کوچکی، ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۵- رحیمیان، ح و م، راشد، محصل. ۱۳۶۸. جنبه‌های اکوفیزیولوژی گیاهان سه‌کرنبه و چهارکرنبه و CAM و کاربرد آنها در کشاورزی. مجله علوم و صنایع کشاورزی (در دست چاپ).